

ELECTRON GUN PULSER FOR A BURST MODE INJECTION (II)

Kunihiko TSUMORI, Tamotsu YAMAMOTO, Shouji SUEMINE, Setsuo TAKAMUKU,

*Katsuo MASHIKO and **Hirofumi MATSUMOTO

Radiation Laboratory, ISIR, Osaka University

*Japan Atomic Energy Research Institute

**Nihon-Koshuha Co., Ltd.

ABSTRACT

A previously reported electron gun pulser working on burst mode at high duty cycle has been improved. In order to generate a pulse train for the injected beam at a narrow pulse width at an interval of 38.6 ns, the grid of the electron gun is driven by rf at a fundamental frequency (27MHz) mixed with the 3rd harmonic (81MHz). The circuit design for the gun pulser and performance of the burst mode operation are reported.

バーストモード入射用電子銃パルサー (II)

1) はじめに

阪大産研における自由電子レーザーの研究では、36.8nsの間隔でシングルバンチビームをバーストモードで光共振器に入射させる実験が予定されている。このモードのビームを発生させるには、グリッドパルサーの繰り返し周波数は27MHzが必要で、従来のパルサーでは対応が困難である。従って、マクロパルスの幅($\sim 4 \mu s$)に変調した27MHzの高周波信号(サイン波)で電子銃のグリッドを励振し、バイアス電圧で波の下部をカットして、SHPBのアクセプタンス時間内に入射できる幅4.5nsの電子ビームを発生するバーストモードのグリッドパルサーを開発し、昨年の本研究会に報告した。今回は、そのパルサーの特性を更に向上させるために、27MHzとその第3高調波を逆位相で合成した波を用いて、よりシャープで安定なマイクロパルスが発生するように改良を行ったので報告する。

2) 2波の合成

図1は、それぞれ振幅の等しい27MHzの基本波(実線)と、27MHz \cdot 81MHzの合成波(点線)で、パルス幅を4.5nsに限定(バイアス電圧でカット)した時のパルス波高 h_1 、 h_2 をそれぞれ示している。前回報告したパルサーには実線で示した波形を用いたが、 h_1 は波高Eに対して一定の割合であり、その値は約7%に過ぎないので、高周波増幅器・インピーダンス整合器などの調整が悪くてマクロパルスの時間内でEが変動した時には、 h_1 が受ける影響が大きく、電子銃から射出されるビームのパルス平坦度が悪くなることがあった。また、電子銃の振込電圧に相当する h_1 を大きくしようとする、Eすなわち高周波電

力を大きくしなければならない。

27MHz の繰り返し周波数を変えないで波の幅だけを狭めることができれば、上に述べた問題点を改善することは可能である。一般に基本波と第3高調波を同位相で合成して、基本波の頭部を平坦にする方法は良く用いられる。しかしこれでは波の幅が広くなり、このパルサーの改善には役立たない。そこで、この方法を逆用して第3高調波を逆位相で合成すると、図1の点線で示した波形のように形がシャープになり、また h_2 は $27\text{MHz} \cdot 81\text{MHz}$ の2波の合成比によって最大でEの約44%と h_1 に比べて大きな値にすることができるので、パルサーの特性改善が期待できる。ただし、 h_2 の値は、図のようにサイドピークがバイアス電圧と一致した時が最大となる。

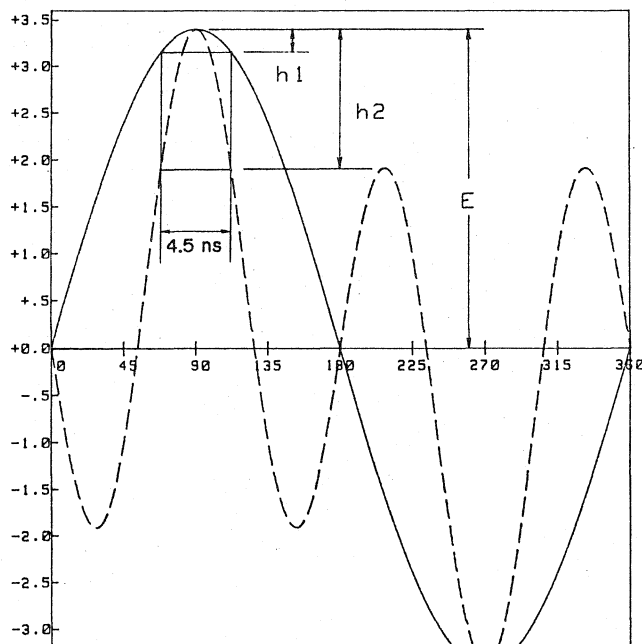


図1 27MHz の基本波と $27\text{MHz} \cdot 81\text{MHz}$ の合成波形

3) グリッドパルサーの構成

この合成法を応用したグリッドパルサーの概略を以下に述べる。ライナックのRF発振器から送られてきた54MHzの信号は1/2に分周した後、27MHzと3通倍した81MHzの2系統に分けられ、それぞれの信号はRF SWでパルス化して、85mm隔てた結合コイルを用いてアース側から高電位の電子銃側へ伝送して300Wに増幅する。2つの出力は3dB HYBで合成し、整合回路を経て電子銃のカソードを励振する。図2はパルサーの動作特性を測定するためのテスト回路を示した。電子銃のダミーとして板極管7698を用い、ビーム波形に相当するプレート電流をテクトロニクスのCT-1カレントプローブで測定した。

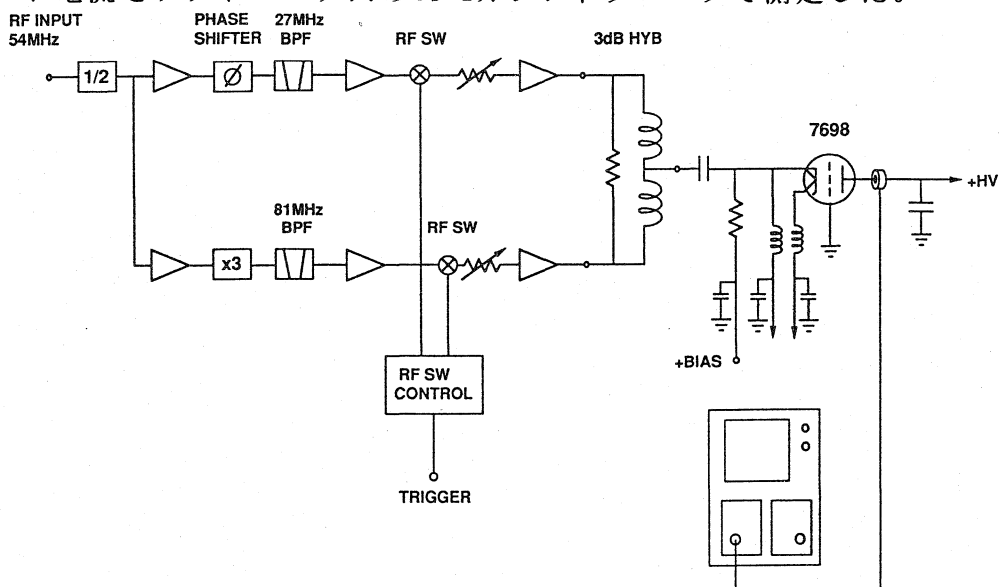


図2. グリッドパルサーの概略とテスト回路

4) パルサーの動作特性

図3は27MHz・81MHz(電力10W)の2波を3dB HYB で合成して50Ω負荷で測定したもので、波形の対称性は27MHz系の位相を変化させて調整した。カソード負荷にした時の波形歪みはほとんど認められなかった。

図4は板極管7698のプレートに500Vを与え、図3の合成波でカソードを励振した時のプレート電流(マイクロパルス波形)を示している。この時、パルスのウエストが約5nsになる点にバイアス電圧をセットして、それ以下の波をカットした。プレート電流のピーク値、並びにバイアス電圧は、それぞれ260mAと20Vであった。波形の立ち下がり部にリングングが認められるが、これは測定系の影響によるものである。

図5は、3μs幅のマクロパルス波形を観測したものである。パルス平坦度は極めて良好であった。パルス幅にサグが認められるのは、CT-1のプローブが高速用であるため、decay特性の影響が大きく現れているためである。

5) まとめ

27MHz・81MHzの2波を合成したバーストモードのグリッドパルサーについて、予備的な実験を行い、極めて良好な結果が得られた。このシステムに300Wのアンプを付加して、Lバンドライナックの電子銃で実用試験を行い、その結果を研究会において報告する予定である。

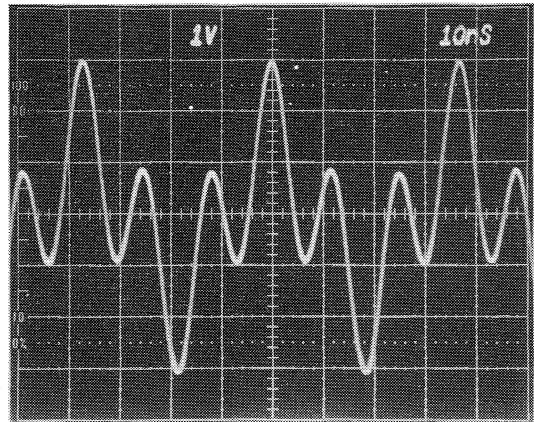


図3 27MHz・81MHzの合成波形

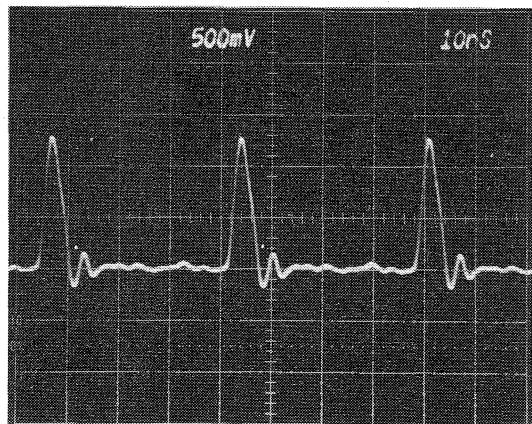


図4 ミクロパルス波形

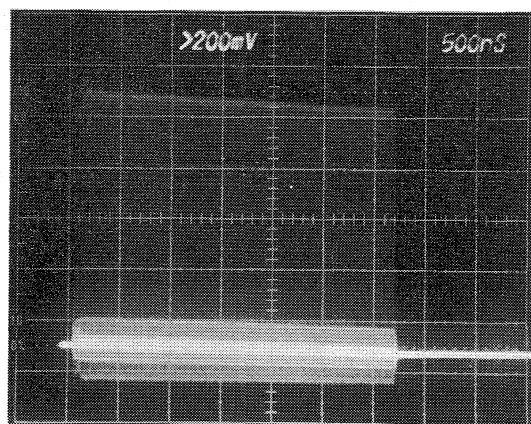


図5 マクロパルス波形